

Docket No.: **449122058100**  
(PATENT)

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of:  
Frank WEISS et al

Application No.: Not Yet Assigned

Group Art Unit: Not Yet Assigned

Filed: July 8, 2003

Examiner: Not Yet Assigned

For: METHOD FOR DIAGNOSING INCORRECT  
VALVE LIFT ADJUSTMENT IN AN  
INTERNAL COMBUSTION ENGINE

**CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS**

U.S. Patent and Trademark Office  
2011 South Clark Place  
Customer Window, Mail Stop Patent Application  
Crystal Plaza Two, Lobby, Room 1B03  
Arlington, VA 22202

Sir:

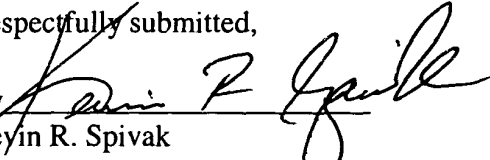
Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Date</u>
Germany	10230899.3	July 9, 2002

In support of this claim, a certified copy of the said original foreign application is filed herewith.

Dated: July 8, 2003

Respectfully submitted,

By   
Kevin R. Spivak

Registration No.: 43,148

MORRISON & FOERSTER LLP  
1650 Tysons Blvd, Suite 300  
McLean, Virginia 22102  
(703) 760-7762  
Attorneys for Applicant



# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

---



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 30 899.3

**Anmeldetag:** 09. Juli 2002

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zum Diagnostizieren einer fehlerhaften Ventilhubverstellung einer Brennkraftmaschine

**IPC:** F 02 D, F 02 B

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 8. April 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'e' followed by a star-like symbol.

A small, rectangular official stamp of the German Patent and Trademark Office (DPMA). It contains the text 'DPMA' and 'MÜNCHEN' in a stylized font.



## Beschreibung

Verfahren zum Diagnostizieren einer fehlerhaften Ventilhubverstellung einer Brennkraftmaschine

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Diagnostizieren eines Defektes eines Verstellmechanismus zum Verstellen des Ventilhubes mindestens eines Einlassventils einer Brennkraftmaschine, deren Betrieb von einem Betriebssteuergerät geregelt wird.

10

Brennkraftmaschinen mit Einlassventilen, deren Ventilhub durch einen Verstellmechanismus kontinuierlich oder diskret verstellbar ist, werden in Kraftfahrzeugen immer häufiger eingesetzt, siehe z.B. DE 195 20 117 und MTZ Motortechnische Zeitschrift 61 (2000) 11, S. 730-743. Hierbei kann das Problem auftreten, dass der Verstellmechanismus defekt wird und sich dadurch ein anderer Ventilhub als erwartet einstellt. Dieser Fehler führt zu einer Erhöhung der Schadstoffemissionen und einer entsprechenden Abweichung zwischen dem erwünschten Drehmoment und dem tatsächlich abgegebenen Drehmoment. Diese Situation kann zwar mittels eines Ventilhubsenors erfasst werden. Ein derartiger zusätzlicher Sensor bedeutet jedoch einen entsprechenden Aufwand.

20  
25

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Diagnostizieren einer fehlerhaften Ventilhubverstellung eines Einlassventils einer Brennkraftmaschine anzugeben, das ohne Ventilhubsensor auskommt.

30

Diese Aufgabe wird durch das in Anspruch 1 definierte Verfahren gelöst.

35

Die vorliegende Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass bestimmte Betriebsparameter der Brennkraftmaschine bei einer tatsächlichen Verstellung des Ventilhubes von dem Betriebssteuergerät auf einen Sollwert, insbesondere einen konstanten

Sollwert, geregelt werden, bei einem Defekt des Verstellmechanismus jedoch von dem Sollwert deutlich abweichen, wenn eine Ventilhubverstellung angesteuert, jedoch nicht ausgeführt wird. Das Betriebssteuergerät kann dann aus einer derartigen Abweichung dieses Betriebsparameters von dem Sollwert auf einen Defekt des Verstellmechanismus schließen.

Bevorzugter Betriebsparameter für diesen Zweck ist das Luft/Kraftstoff-Verhältnis ( $\lambda$ ). Falls beispielsweise das Betriebssteuergerät den Verstellmechanismus ansteuert, um von einem kleinen Ventilhub auf einen großen Ventilhub umzuschalten, und in dieser Situation aufgrund eines Defektes des Verstellmechanismus keine Ventilhubverstellung erfolgt, wird das Betriebssteuergerät die Kraftstoffeinspritzung entsprechend den Sollwerten für den großen Ventilhub ausführen. Da das Einlassventil in seiner Stellung kleineren Ventilhubes nur eine entsprechend geringere Luftmenge in den zugehörigen Zylinder einlässt, wird sich ein fetteres Luft/Kraftstoff-Verhältnis einstellen. Diese Änderung des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses wird von der ohnehin vorhandenen  $\lambda$ -Sonde erfasst, und das Betriebssteuergerät schließt hieraus auf einen Defekt des Verstellmechanismus. Es versteht sich, dass im Prinzip das gleiche Verfahren abläuft, wenn das Betriebssteuergerät von einem großen Ventilhub auf einen kleinen Ventilhub umschaltet.

Wie erwähnt, ist insbesondere das Luft/Kraftstoff-Verhältnis als zu überwachender Betriebsparameter für das erfindungsgemäße Diagnostizierverfahren geeignet, da sich eine fehlerhafte Ventilhubverstellung besonders deutlich in einer Änderung des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses bemerkbar macht. Es können jedoch auch andere Betriebsparameter wie z. B. der Saugrohrdruck, der Luftmassenstrom, die Drehzahl oder das Drehmoment als Betriebsparameter für das erfindungsgemäße Diagnostizierverfahren herangezogen werden, da sich auch diese Betriebsparameter bei einer angesteuerten, jedoch nicht ausgeführten Ventilhubverstellung ändern. Allerdings wird eine Überwachung

des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses aufgrund der höheren Zuverlässigkeit bevorzugt.

5 Bei einer Mehrzylinder-Brennkraftmaschine kann das erfindungsgemäße Verfahren zylinderindividuell durchgeführt werden, so dass dann jeder einzelne Verstellmechanismus diagnostiziert wird.

10 Das erfindungsgemäße Diagnostizierverfahren kann bei Brennkraftmaschinen sowohl mit kontinuierlicher wie auch diskreter Ventilhubverstellung verwendet werden. Vorzugsweise wird es bei Brennkraftmaschinen mit diskreter Ventilhubverstellung eingesetzt, da in diesem Fall ein Defekt des Verstellmechanismus zu einer sprunghaften Änderung des überwachten Betriebsparameters führt.

20 Wenn das Betriebssteuergerät einen Defekt des Verstellmechanismus erkannt hat, geht es dazu über, den Betrieb der Brennkraftmaschine entsprechend dem aktuellen Ventilhub des Einlassventils zu regeln. Vorteilhafterweise betätigt es ferner eine Fehleranzeige, wobei es gegebenenfalls weitere Umschaltversuche unterbindet.

25 Weitere Einzelheiten des erfindungsgemäßen Verfahrens werden anhand der Zeichnung beschrieben, in der

Fig. 1 eine Brennkraftmaschine mit einem Betriebssteuergerät in schematischer Weise darstellt und

30 Fig. 2 ein Flussdiagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Diagnostizieren eines Defektes eines Ventilhub-Verstellmechanismus ist.

35 Die Figur 1 zeigt in schematischer Weise eine Brennkraftmaschine 1 vom Otto-Typ mit mehreren Zylindern 2 (von denen nur einer angedeutet ist), einem Ansaugtrakt 3, einem Abgastrakt 4, einem Einlassventil 5, einem (nicht dargestellten) Aus-

lassventil, einem Aktuator mit einem Verstellmechanismus 6 zum Verstellen des Ventilhubes des Einlassventils 5, einem Einspritzventil 7 zum Einspritzen von Kraftstoff und einer Zündkerze 8. Ferner ist im Abgastrakt 4 eine Lambda-Sonde 9 zum Detektieren des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses (des Lambda-Wertes) vorgesehen. Gegebenenfalls ist ein weiterer Sensor 10 vorgesehen, der als Drehzahl- oder Drehmomentsensor ausgebildet sein kann.

Der Betrieb der Brennkraftmaschine 1 wird von einem Betriebssteuergerät 11 geregelt, das, wie durch gestrichelte Linien angedeutet, Signale von der Lambda-Sonde 9 und gegebenenfalls dem Sensor 10 sowie von weiteren (nicht dargestellten) Sensoren empfängt und zu Steuerbefehlen verarbeitet, mit denen unter anderem die Betätigung des Einlassventils 5, des Einspritzventils 7 und der Zündkerze 8 gesteuert wird.

Der Verstellmechanismus 6 ist beispielsweise so ausgebildet, dass er das Einlassventil 5 zwischen einem kleinen und großen Ventilhub verstellen kann, also zum Ausführen einer diskreten Ventilhubverstellung ausgebildet ist. Das Betriebssteuergerät 11 ist nun so ausgelegt, dass es einen Defekt des Verstellmechanismus 6 wie folgt diagnostizieren kann:

Wenn das Betriebssteuergerät 11 an den Verstellmechanismus 6 einen Steuerbefehl abgibt, um das Einlassventil 5 beispielsweise vom kleinen Ventilhub auf den großen Ventilhub umzustellen, und der Verstellmechanismus 6 wegen eines Defektes diese Ventilhubverstellung tatsächlich nicht ausführt, so erkennt das Betriebssteuergerät 11 mangels eines entsprechenden Ventilhubensors diesen Fehler zunächst nicht. Das Betriebssteuergerät 11 veranlasst daher das Einspritzventil 7, eine größere Kraftstoffmenge entsprechend dem großen Ventilhub einzuspritzen. Da jedoch das Einlassventil 5, das in der kleinen Ventilhubstellung verblieben ist, nur eine entsprechend geringere Luftmenge in den Zylinder 2 einlässt, stellt sich im Zylinder 2 ein fetteres Luft/Kraftstoff-Verhältnis



ein. Diese Änderung des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses wird von der Lambda-Sonde 9 detektiert, die den geänderten Lambda-Wert an das Betriebssteuergerät 11 abgibt. Das Betriebssteuergerät 11 erkennt dann anhand eines Vergleiches von Soll- und Ist-Wert des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses, dass sich dieses unzulässig geändert hat. Hieraus schließt das Betriebssteuergerät 11 auf einen Defekt des Verstellmechanismus 6.

Das Betriebssteuergerät 11 ändert dann die Regelung der Brennkraftmaschine so, dass alle Aktoren einschließlich des Aktors des Einspritzventils 7 entsprechend dem kleinen Ventilhub des Einlassventils 5 angesteuert werden. Außerdem gibt das Betriebssteuergerät 11 ein Fehlersignal an eine Fehleranzeige 12 ab, die dem Fahrer anzeigt, dass ein entsprechender Fehler aufgetreten ist.

Ein Beispiel des beschriebenen Verfahrens wird durch das Flussdiagramm der Fig. 2 veranschaulicht. Wenn die Abfrage in Stufe 13 ergibt, dass der Ventilhub verändert wurde, so wird ein Timer bzw. Zähler im Betriebssteuergerät 11 in Gang gesetzt (Stufe 14). Hierdurch wird ein Zeitfenster von z. B.  $\frac{1}{2}$  bis 1 sec. geöffnet, das der maximalen Dauer entspricht, die das Abgas für die Strecke vom Zylinder bis zur Lambda-Sonde benötigt.

Wenn die Abfrage gemäß Stufe 15 ergibt, dass sich der Lambda-Wert nicht sprunghaft verändert hat, so wird in der Stufe 16 geprüft, ob der Timer bzw. Zähler abgelaufen ist. Falls nicht, kehrt die Routine zu der Stufe 15 zurück. Wenn sich der Lambda-Wert nicht sprunghaft verändert hat (Stufe 15) und der Timer bzw. Zähler abgelaufen ist (Stufe 16), so bedeutet dies, dass kein Fehler in der Ventilhubverstellung aufgetreten ist (Stufe 17). Wenn dagegen die Abfrage der Stufe 15 - innerhalb des Zeitfensters - ergibt, dass sich der Lambda-Wert sprunghaft verändert hat, so führt dies in der oben be-

schriebenen Weise zu einem Fehlereintrag und einer entsprechenden Fehlerreaktion (Stufe 18).

Wie bereits erwähnt, könnte für das beschriebene Diagnosti-  
5 zierverfahren statt des Luft/Kraftstoff-Verhältnis auch ein  
anderer Betriebsparameter wie z. B. der Saugrohrdruck, der  
Luftmassenstrom, die Drehzahl oder das Drehmoment der Brenn-  
kraftmaschine 1 verwendet werden. Zu diesem Zweck würde das  
Signal des Sensors 10 oder eines anderen Sensors eingesetzt  
10 werden, der den betreffenden Betriebsparameter direkt oder  
indirekt erfasst. Im übrigen läuft jedoch das Diagnostizier-  
verfahren in der oben beschriebenen Art und Weise ab.

Gegebenenfalls könnten die Signale der Lambda-Sonde und eines  
15 weiteren Sensors auch gemeinsam bei dem Diagnostizierverfah-  
ren verwendet werden. Dies könnte beispielsweise zum Diagnos-  
tizieren eines Verstellmechanismus zum kontinuierlichen Ver-  
stellen des Ventilhubes vorteilhaft sein, bei dem eine kleine  
angesteuerte Ventilhubverstellung im Falle eines Defektes nur  
20 eine entsprechend kleine Abweichung des überwachten Betriebs-  
parameters von einem Sollwert zur Folge hat.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Diagnostizieren eines Defektes eines Verstellmechanismus zum Verstellen des Ventilhubes mindestens  
5 eines Einlassventils einer Brennkraftmaschine, deren Betrieb von einem Betriebssteuergerät geregelt wird, bei welchem Verfahren ein Betriebsparameter der Brennkraftmaschine, der bei einer tatsächlichen Verstellung des Ventilhubes von dem Betriebssteuergerät auf einen Sollwert geregelt wird, überwacht  
10 wird und das Betriebssteuergerät aus einer bei einer angesteuerten Ventilhubverstellung auftretenden Abweichung des Betriebsparameters von dem Sollwert auf einen Defekt des Verstellmechanismus schließt.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass der überwachte Betriebsparameter das Luft/Kraftstoff-Verhältnis ( $\lambda$ ) ist.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass der überwachte Betriebsparameter die Drehzahl oder das Drehmoment der Brennkraftmaschine ist.
- 25 4. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass der überwachte Betriebsparameter der Druck oder der Luftmassenstrom im Saugrohr der Brennkraftmaschine ist.
- 30 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche für eine Mehrzylinder-Brennkraftmaschine,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass es zylinderindividuell durchgeführt wird.
- 35 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

g e k e n n z e i c h n e t d u r c h seine Verwendung  
bei einer Brennkraftmaschine mit diskreter Ventilhubverstellung.

- 5 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass das Betriebssteuergerät so ausgelegt ist, dass es bei Erkennen eines Defektes des Verstellmechanismus den Betrieb der Brennkraftmaschine entsprechend dem Ist-Hub des Einlassventils zum  
10 Zeitpunkt der angesteuerten Ventilhubverstellung regelt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass das Betriebssteuergerät bei Erkennen eines Defektes des Verstellme-  
15 chanismus eine Fehleranzeige betätigt.

## Zusammenfassung

Verfahren zum Diagnostizieren einer fehlerhaften Ventilhubverstellung einer Brennkraftmaschine

5

Kommt es bei einer angesteuerten Ventilhubverstellung eines Einlassventils einer Brennkraftmaschine aufgrund eines Defektes des Verstellmechanismus tatsächlich zu keiner Ventilhubverstellung, so ändert sich in ungewollter Weise das

10

Luft/Kraftstoff-Verhältnis ( $\lambda$ ) oder auch ein anderer Betriebsparameter wie z. B. die Drehzahl und das Drehmoment.

Durch Überwachen dieses Betriebsparameters kann dann das Betriebssteuergerät auf einen Defekt des Verstellmechanismus schließen.

15

Figur 2

Fig. 1

